

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-309602

(43)Date of publication of application : 09.11.1999

(51)Int.Cl.

B23B 5/36

(21)Application number : 10-132556

(71)Applicant : SEIBU ELECTRIC & MACH CO LTD

(22)Date of filing : 28.04.1998

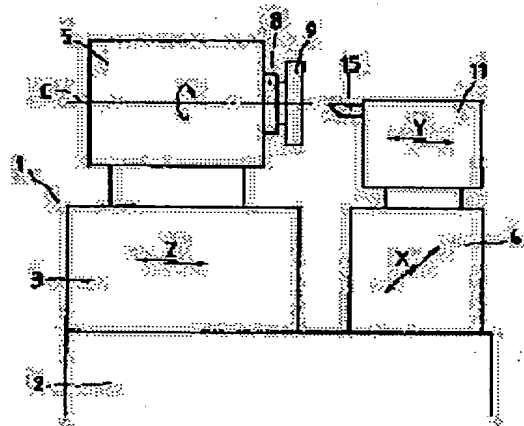
(72)Inventor : NAKAZATO SHINYA  
OSONO KAZUMI  
SAKAKI HISAYOSHI  
TAGAMI MASAKI

## (54) WORKING FOR NON-AXISYMMETRIC ASPHERICAL SURFACE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To work a non-axisymmetrical aspherical surface in a short period of time and with high accuracy, using an NC work machine.

**SOLUTION:** In working, a head stock 5-mounted Z axis table 3 is fixed to prevent movement. A workpiece 9 is installed on the chuck 8 of the hard stock 5. The workpiece 9 is rotated around a main spindle by means of a spindle motor. Meanwhile, a cutting tool 15-holding slide reciprocates in the Z axial direction. A slide-mounted X-axis table 4 reciprocates in the X axial direction. The slide and the X-axis table 4 reciprocate in synchronization with the rotation of the workpiece 9. The slide 4 and the X-axis table 4 reciprocate in synchronization with each other.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

10.09.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3426132

[Date of registration]

09.05.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] A main shaft The motor to rotate The headstock and the aforementioned headstock which were incorporated Turner laid in the Z-axis table which can lay and can move to Z shaft orientations which are longitudinal directions of the aforementioned main shaft, the X-axis table which can move to X shaft orientations which are installed in the work held at the nose of cam of the aforementioned main shaft, and the position which counters, and intersect perpendicularly with the aforementioned Z shaft orientations, and the aforementioned X-axis table In a preparation and the processing method that aforementioned Turner processes it into the aforementioned work using NC finishing machine which consists of a driving gear which makes the slide with which a byte is attached in an end, and the aforementioned slide move reciprocately to the aforementioned Z shaft orientations While stopping the movement of the aforementioned Z-axis table and making the aforementioned slide move reciprocately to the aforementioned Z shaft orientations synchronizing with rotation of the aforementioned work The first process which processes the end face of the aforementioned work by tracing which draws a circle from the aforementioned byte, making the aforementioned X-axis table move reciprocately to the aforementioned X shaft orientations, Consisting of the second process which only minute distance makes move the aforementioned X-axis table to the aforementioned X shaft orientations synchronizing with rotation of the aforementioned work following the first process of the above, and repeating the first process of the above, and the second process of the above The processing method of the non-axial-symmetry aspheric surface characterized by processing the end face of the aforementioned work in the shape of a concentric circle.

[Claim 2] The aforementioned slide and the aforementioned X-axis table are the processing method of the non-axial-symmetry aspheric surface according to claim 1 to which the aforementioned byte is moved toward a center from the outside of the aforementioned work, making the stroke of the aforementioned reciprocating movement small gradually.

[Claim 3] It is the processing method of the non-axial-symmetry aspheric surface according to claim 1 or 2 which consists of the aforementioned slide being fixed to the nut member screwed in the male screw formed in the driving shaft of the aforementioned servo motor, and the axis of rotation of integral construction by equipping the aforementioned driving gear with the servo motor attached in the aforementioned X-axis table, and the bearing which supports the aforementioned slide possible [ movement to the aforementioned Z shaft orientations ], and moving reciprocately according to rotation of the aforementioned axis of rotation.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] This invention relates to the processing method of processing the non-axial-symmetry aspheric surfaces, such as a glasses lens, by carrying out cutting of the work using NC finishing machine.

[0002]

[Description of the Prior Art] The optical lens of various kinds is included in the optical device or the information machines and equipment device. Generally the optical lens is carrying out the axial-symmetry aspheric surface, fabricates or processes the front face of glass, and is ground and manufactured with polish equipment as finishing. As polish equipment for manufacturing the axial-symmetry aspheric surface, various things are developed from the former. For example, there is polish equipment of 5 shaft drives equipped with the polish head which was indicated by the paper "research on aspheric surface generating polish" (two persons besides Hirofumi Suzuki, the Japan Society for precision Engineering, October, 1993, the 131-136th page) and which has a minute rotation tool. Using a spherical polyurethane tool minute as a tool, this polish equipment is arranged so that a fixed angle may always be maintained to the direction [ in / the processing point on a processing side / for the tool axis of rotation ] of a normal, and by adding a constant-pressure-control mechanism, it is constituted so that a single processing marks configuration may be acquired. It is equipment for improving field relative roughness, and although the above-mentioned polish equipment has the advantage of being fit for finish-machining, it is impossible for generating the configuration of a work. And the rotational speed of work is maximum-number 10rpm, and there is a problem that polish speed is slow.

[0003] On the other hand, various things have been developed from the former also about equipment and the method for manufacturing the non-axial-symmetry aspheric surfaces, such as an accumulation focal glasses lens known for the non-axial-symmetry aspheric surface, for example, the glasses both for far and near without a boundary line. For example, there is the grinding polish method indicated by JP,8-192348,A as a method of grinding and manufacturing the non-axial-symmetry aspheric surface. The 1st process to which it is made to rotate and this grinding polish method carries out the grinding of the grinding stone by which position control is made in the work with which the position was fixed by controlling the position of the X-axis, a Y-axis, and Z shaft orientation, The 2nd process which is made to rotate the polisher by which uses diamond paste as an abrasive material, and is made into the aforementioned grinding stone and the abbreviation same size, and position control as well as the

aforementioned position control is carried out in the aforementioned work which finished the 1st process, and is ground, The aforementioned work which finished the 2nd process with the electrode by which is made into the aforementioned grinding stone and the same size, and position control as well as the aforementioned position control is carried out It dips into the colloidal solution which distributed the detailed abrasive grain and was electrified, this electrode is rotated, and it consists of the 3rd process which the condensation layer of this detailed abrasive grain formed on these outskirts of an electrode is contacted to the aforementioned work, and grinds it.

[0004] Moreover, when manufacturing the non-axial-symmetry aspheric surface, the small machining center which generally has a grinding-stone spindle like an aspheric surface grinding machine is used. The aspheric surface grinding machine 17 has the Z-axis table 24 carrying the grinding-stone spindle 25 and column 22 with which the cutters 21, such as the X-axis table 20 carrying the headstock 19 which grasps glass or the work 18 made from plastics, and a grinding stone, a cutting tool (for example, fly cutter), are attached possible [ rotation ], as shown in drawing 8 . Here, work 18 rotates to the circumference of the main shaft 23 (C shaft) of a headstock 19, the X-axis table 20 is movable to the direction, i.e., X shaft orientations, which intersect perpendicularly with a main shaft 23, the Z-axis table 24 is movable to the shaft orientations, i.e., Z shaft orientations, of a main shaft 23, and a cutter 21 rotates it around the shaft of the vertical direction of the grinding-stone spindle 25, i.e., a Y-axis.

[0005] In the aspheric surface grinding machine 17, work 18 is processed into a non-axial-symmetry aspheric surface configuration by the following methods. The grinding stone 21 as a cutter has movement to Y shaft orientations stopped, and rotates a grinding stone 21 to the circumference of a Y-axis. The grinding process of the end face of work 18 is carried out by the grinding stone 21, making it synchronize with rotation of C shaft, i.e., rotation of work 18, by NC control, and making the Z-axis table 24 move reciprocately to Z shaft orientations. Moreover, making it synchronize with rotation of work 18, and making the X-axis table 20 move reciprocately to X shaft orientations, the reciprocating-movement stroke of the X-axis Z-axis table 20 and 24 is gradually made small, and it is processed toward a center from the outer-diameter side of work 18.

[0006] However, anyway, since the grinding method which used the grinding polish method and the above-mentioned aspheric surface grinding machine 17 which were indicated by above-mentioned JP,8-192348,A is a method by polish, it has the problem that a working speed is slow and processing takes a long time to it. Since the weight of the Z-axis table 24 carrying the grinding-stone spindle 25 and the column 22 is large, in case it synchronizes especially the aspheric surface grinding machine 17 with rotation of work 18 and it makes the Z-axis table 24 move reciprocately to Z shaft orientations, the Z-axis table 24 has a too large inertia force, and it cannot answer quickly, but produces flattery delay. For this reason, although servo gain was enlarged and it corresponded, there was a limitation in enlarging rotational speed of the main shaft 23 which is the axis of rotation of work 18, since 100rpm was a limit at the maximum, a working speed could not be gathered but there was a problem that floor to floor time will become long as a result.

[0007] Moreover, for the flattery delay of the Z-axis table 24, the quadrant salient of about 3 micrometers might occur and the aspheric surface grinding machine 17 was not necessarily able to say a process tolerance with it being enough to processing work 18 into a non-axial-symmetry aspheric surface configuration. Here, when a quadrant switches, a quadrant salient is sent in an eye and a motor is reversed, a tool nose of cam cannot follow as an instruction value by friction, the backlash of a machine,

the lost motion, etc., but the phenomenon which produces a configuration error by the time delay is said.

[0008] By the way, it considers as NC finishing machine which made the inertia force small and enabled high-speed reciprocating movement, and there is an NC trim and forming machine conventionally (refer to JP,2-180503,A and JP,3-73202,A). This NC trim and forming machine is developed as a special-purpose machinery, in order to perform lead processing of the lead configuration used as the guide at the time of a tape run etc. in the cylinder for VTR at high speed.

[0009] For example, the NC trim and forming machine 26 indicated by JP,2-180503,A As shown in drawing 9 and drawing 10, a main shaft 27 The spindle motor 28 which makes it rotate The incorporated headstock 29, The clamp 32 which are the Z-axis table 30 which can move to Z shaft orientations which are longitudinal directions of a main shaft 27, the X-axis table 31 which movement of on the Z-axis table 30 was possible to X shaft orientations which intersect perpendicularly with Z shaft orientations, and laid the headstock 29 in them, and the chuck prepared at the nose of cam of a main shaft 27, It consists of Turner 35 as tool post equipment attached in the work 33 held at a clamp 32, the table 34 installed in the position which counters, and the table 34. Turner 35 The male screw formed in the driving shaft of the servo motor 36 attached in the table 34, and a servo motor 36, and the axis of rotation 37 of integral construction (not shown), It screws in the aforementioned male screw, and responds to rotation of the axis of rotation 37. The nut member which can move reciprocally (not shown), It consists of slide 39 which was fixed to this nut member and attached a byte 38 in the end, and bearing (not shown) which supports slide 39 possible [ movement to Z shaft orientations ] to the slide base 40 attached in the table 34.

[0010] The NC trim and forming machine 26 is programmed to repeat reciprocating movement by fixed stroke corresponding to angle of rotation of the work 33 which the byte 38 attached in the slide 39 held to the headstock 29, and it is constituted so that it may be used as a lead processing special-purpose machinery. In case lead processing is performed, movement of the X-axis table 31 is fixed, it is in direct proportion to rotation by the servo motor 28 of the work 33 held at a main shaft 27, and the servo motor 36 for Z-axis movement attached in the table 34 is operated. as for the servo motor 36 for Z-axis movement, advance movement and retreat movement being performed at once by the fixed stroke, whenever work 33 makes one revolution, and linear reciprocating movement, simultaneously the Z-axis table 30 specifically, whenever work 33 makes one revolution, and a one lead is cut namely, -- As shown in drawing 11, it will move to a work 33 side distance every p with the infeed of several 10 micrometers, and jogging movement will be repeated to length (amount, i.e., length, L of the longitudinal direction of the lead section fabricated by the peripheral face of work 33) until it arrives at the last edge. The NC trim and forming machine 26 can give lead processing, carrying out high-speed rotation of the work 33 with the rotational speed of 1000rpm, although Turner 35 is lightweight therefore.

[0011]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In order to manufacture the non-axial-symmetry aspheric surface as above-mentioned, the method of grinding from the former by the grinding stone to general has been taken. By the usual NC finishing machine, since the inertia force of a table is large and it says that a table cannot follow at high speed, it has been thought that it is difficult for the rotational speed of a work to also become low, to cut it from a byte, and to manufacture the non-axial-symmetry aspheric surface.

[0012] However, since the method by polish had the problem that processing took a long time, manufacturing the non-axial-symmetry aspheric surface for a short time was called for. Then, the invention in this application makes it a technical problem to enable it to manufacture the

non-axial-symmetry aspheric surface by cutting.

[0013]

[Means for Solving the Problem] It is what the purpose of this invention is solving the above-mentioned technical problem, and processes the non-axial-symmetry aspheric surface with a sufficient precision to work, such as a lens, using NC trim and forming machine paying attention to the small high-speed reciprocating-movement performance of the inertia force which NC trim and forming machine has. It is offering the processing method of the non-axial-symmetry aspheric surface which exists, can apply NC trim and forming machine used as a special-purpose machinery for lead processing from the former, and precision's can improve the non-axial-symmetry aspheric surfaces, such as an accumulation focal glasses lens, high-speed processing in a short time.

[0014] This invention a main shaft The motor to rotate The headstock and the aforementioned headstock which were incorporated Turner laid in the Z-axis table which can lay and can move to Z shaft orientations which are longitudinal directions of the aforementioned main shaft, the X-axis table which can move to X shaft orientations which are installed in the work held at the nose of cam of the aforementioned main shaft, and the position which counters, and intersect perpendicularly with the aforementioned Z shaft orientations, and the aforementioned X-axis table In a preparation and the processing method that aforementioned Turner processes it into the aforementioned work using NC finishing machine which consists of a driving gear which makes the slide with which a byte is attached in an end, and the aforementioned slide move reciprocately to the aforementioned Z shaft orientations Making the aforementioned X-axis table move reciprocately to the aforementioned X shaft orientations, while stopping the movement of the aforementioned Z-axis table and making the aforementioned slide move reciprocately to the aforementioned Z shaft orientations synchronizing with rotation of the aforementioned work The first process which processes the end face of the aforementioned work by the locus which draws a circle from the aforementioned byte, Consisting of the second process which only minute distance makes move the aforementioned X-axis table to the aforementioned X shaft orientations synchronizing with rotation of the aforementioned work following the first process of the above, and repeating the first process of the above, and the second process of the above It is related with the processing method of the non-axial-symmetry aspheric surface characterized by processing the end face of the aforementioned work in the shape of a concentric circle.

[0015] In the processing method of this non-axial-symmetry aspheric surface, the aforementioned slide and the aforementioned X-axis table move the aforementioned byte toward a center from the outside of the aforementioned work, making the stroke of the aforementioned reciprocating movement small gradually.

[0016] The aforementioned slide is fixed to the nut member screwed in the male screw formed in the driving shaft of the aforementioned servo motor, and the axis of rotation of integral construction by equipping the aforementioned driving gear with the servo motor attached in the aforementioned X-axis table, and the bearing which supports the aforementioned slide possible [ movement to the aforementioned Z shaft orientations ], and it moves reciprocately according to rotation of the aforementioned axis of rotation.

[0017] Conventionally, holding the small high-speed reciprocating-movement performance of the inertia force of Z shaft orientations which NC trim and forming machine has, the processing method of this non-axial-symmetry aspheric surface is the processing method of applying NC trim and forming machine



which was a special-purpose machinery for lead processing, and generating the non-axial-symmetry aspheric surface, and it changes a part of composition of NC trim and forming machine so that processing of the non-axial-symmetry aspheric surface may be suited, and it carries out cutting of the non-axial-symmetry aspheric surface with high precision and quickly from a byte by the NC finishing machine which carried out the configuration change. That is, the inertia force of X shaft orientations is made smaller than NC trim and forming machine, and it enables it to correspond to processing of the non-axial-symmetry aspheric surface in NC trim and forming machine by replacing with the X-axis table which laid the headstock, and adopting the X-axis table which laid Turner more nearly lightweight than a headstock.

[0018] In order to process the non-axial-symmetry aspheric surface, this NC finishing machine has memorized beforehand the numeric data of the non-axial-symmetry aspheric surface which it is going to cut to storage, and processing is given to work by work of NC control unit based on the numeric data. In the case of processing, the Z-axis table which laid the headstock is fixed so that it may not move. Work is attached in the clamp of a headstock and work rotates to the circumference of a main shaft (circumference of C shaft) by the spindle motor. On the other hand, the slide holding a byte moves reciprocally to Z shaft orientations with NC control unit. Moreover, the X-axis table which laid the slide moves reciprocally to X shaft orientations. While slide and reciprocating movement of an X-axis table are performed synchronizing with rotation of work, a slide and an X-axis table move reciprocally synchronizing with each other.

[0019] As the non-axial-symmetry aspheric surface, curvature assumes size, smallness, size, and the thing that is changing like smallness according to angle of rotation of work. The case where this kind of non-axial-symmetry aspheric surface is processed is explained. When curvature changes every 90 degrees while work makes one revolution, only minute distance moves a byte's center also to Z shaft orientations at the same time only minute distance moves to X shaft orientations according to change of curvature. That is, if only minute distance  $h$  moves to Z shaft orientations at the same time only minute distance  $l$  moves to X shaft orientations, curvature will become large, and a byte's center is minute distance to X shaft orientations. - It is minute distance to Z shaft orientations at the same time only  $l$  moves. - Curvature will become small if only  $h$  moves. Thus, while work makes one revolution, a slide moves reciprocally to Z shaft orientations, and an X-axis table moves reciprocally to X shaft orientations. and the non-axial-symmetry aspheric surface is processed by continuing processing, moving an X-axis table minute distance  $r$  every toward a center, whenever work makes one revolution

[0020]

[Embodiments of the Invention] Hereafter, with reference to a drawing, the example of the processing method of the non-axial-symmetry aspheric surface by this invention is explained. First, with reference to drawing 1, drawing 2, and drawing 3, NC finishing machine used in case the processing method of the non-axial-symmetry aspheric surface by this invention is enforced is explained. The schematic diagram showing NC finishing machine by which drawing 1 is used for the processing method of the non-axial-symmetry aspheric surface by this invention, the side elevation of NC finishing machine which shows drawing 2 to drawing 1, and drawing 3 are plans of NC finishing machine shown in drawing 1.

[0021] The Z-axis table 3 which the NC finishing machine 1 which can attain the processing method of the non-axial-symmetry aspheric surface by this invention can move to Z shaft orientations which are longitudinal directions of a main shaft C, and the X-axis table 4 which can move to X shaft orientations

which intersect perpendicularly with Z shaft orientations are put in order and laid in the base 2. A headstock 5 is laid in the Z-axis table 3, and the Z-axis table 3 can be driven with the servo motor 6 attached in the base 2, and can move reciprocally to Z shaft orientations. Moreover, the motor made to rotate a main shaft C, especially the spindle motor 7 are included in the headstock 5. The chuck 8 is formed at the nose of cam of a main shaft C, and work 9 is held at a chuck 8.

[0022] On the other hand, the X-axis table 4 is installed in work 9 and the position which counters, is driven with a servo motor 10, and is movable to X shaft orientations. Moreover, Turner 11 is laid in the X-axis table 4. Turner 11 consists of slide 12 which may move reciprocally to Z shaft orientations, and a driving gear which drives slide 12. The slide 12 has the tool holder 16 in the point, and a byte 15 is attached in a tool holder 16. Moreover, the driving gear is equipped with the servo motor 14 laid on the slide base 13 attached in the X-axis table 4, and the bearing (not shown) which supports slide 12 possible [ movement to Z shaft orientations ]. It is fixed to the nut member (not shown) screwed in the male screw (not shown) formed in the driving shaft of a servo motor 14, and the axis of rotation of integral construction, and slide 12 can move reciprocally according to rotation of the axis of rotation.

[0023] In the case of processing of the non-axial-symmetry aspheric surface, the Z-axis table 3 which laid the headstock 5 is fixed so that it may not move. Moreover, work 9 is held by the chuck 8 prepared at the nose of cam of the main shaft (C shaft) of a headstock 5, and carries out high-speed rotation with the rotational speed of 500rpm by the spindle motor 7 at the circumference of C shaft. As work 9, plastics material and a nonmetal are suitable. On the other hand, the byte 15 attached at the nose of cam of slide 12 moves reciprocally also to X shaft orientations together with the X-axis table 4 while moving reciprocally to Z shaft orientations with reciprocating movement of slide 12.

[0024] Since the weight of the X-axis table 4 which laid the weight of slide 12 and Turner 11 is quite small respectively compared with the weight of the X-axis table 20 which laid the weight and headstock 19 of the Z-axis table 24 of the conventional aspheric surface grinding machine 17 as shown in drawing 8, an inertia force also becomes small and high-speed reciprocating movement of the NC finishing machine 1 is attained. That is, by the NC finishing machine 1 to which the Z-axis table 24, a column 22, and the grinding-stone spindle 25 must be made to move reciprocally to Z shaft orientations, and the processing method of the non-axial-symmetry aspheric surface by this invention is applied to a thing with large AUW, if it sees about Z shaft orientations, since slide 12 is made to only move reciprocally, with the aspheric surface grinding machine 17 of drawing 8, a weight will become very small. Moreover, when it sees about X shaft orientations, the X-axis table 4 is made to move reciprocally with Turner 11 by the NC finishing machine 1 to making a headstock 19 and the X-axis table 20 move reciprocally in the aspheric surface grinding machine 17. However, since Turner's 11 direction is the weight of an abbreviation half compared with a headstock 19, the NC finishing machine 1 of an inertia force is smaller, and improvement in the speed becomes possible. In this example, although the real number rotational frequency of the NC finishing machine 1 is 500rpm, if the inertia force of X shaft orientations can be made smaller, a practical use rotational frequency can be increased further.

[0025] The numeric data for NC control is given by thickness  $h$  of the work in the point specified at the angle  $\theta$  measured from the distance from a center, i.e., a radius  $r$  and the datum line. That is, the numeric data is memorized by storage by  $(r, \theta, h)$ . For example, when the radius of work is set to 50mm, the distance  $r$  from a center is taken in 0.2mm pitch, 360 degrees is divided into 360 and an angle  $\theta$  is taken by a unit of 1 time. Therefore, the numeric data of 90,000 points is memorized in this case.

Thus, since the data length is long, in this NC finishing machine, DNC operation whose NC control unit receives data directly and processes them from a personal computer is performed. Moreover, the data between these points and points are calculated by interpolation, such as circular interpolation and linear interpolation.

[0026] Although cutting is performed by controlling the servo motor 7 for a main shaft drive, and the servo motor 14 for slide 12 drive based on the above-mentioned numeric data The angle of rotation of a main shaft which changes every moment by the rotary encoder (not shown) of a high resolution The actual movement magnitude which is detected continuously and changes the byte 15 by reciprocating movement of slide 12 every moment by the pulse coder (not shown) prepared in the servo motor 14 It is detected continuously, this detection value is compared with the storage information on NC control unit, and a servo motor 7 and a servo motor 14 are controlled based on comparison information. Moreover, the position of the X-axis table 4 is also detected by the pulse coder (not shown), and NC control of the servo motor 10 for X-axis table 4 drive is carried out.

[0027] Next, the processing method of the non-axial-symmetry aspheric surface by this invention is explained. First, the example which processes a Rugby ball shape is explained. Drawing which made the Rugby ball shape half-segmented and was seen from the transverse plane is drawing 4 (A). This Rugby ball shape is elliptical [ from which it will become like drawing 4 (B) if an X-axis cross section is seen from a top (i.e., if it sees from Y), it will become like drawing 4 (C) if a Y-axis cross section is seen from width (i.e., if it sees from X), and the curvature of the direction of X and the curvature of the direction of Y differ ]. Moreover, the height from a center to the outermost periphery is the same height H, when a periphery is an ellipse.

[0028] Next, if the work 9 which carried out a configuration like an actual glasses lens is assumed, the periphery of a material will be circular and will process this in the shape of a concentric circle. If a periphery is circular and expresses the configuration of work where the curvature of the above directions of X differs from the curvature of the direction of Y, like drawing 4, it will become like drawing 5. That is, drawing which looked at the configuration of work from the transverse plane is drawing 5 (A). The configuration of this work is elliptical [ from which it will become like drawing 5 (B) if an X-axis cross section is seen from a top (i.e., if it sees from Y), and it will become like drawing 5 (C) if a Y-axis cross section is seen from width (i.e., if it sees from X), and the curvature of the direction of X and the curvature of the direction of Y differ ]. Moreover, the height from a center to the outermost periphery is the height H1 which is different when a periphery is a circle, and H2. It becomes.

[0029] Next, if above-mentioned drawing 5 (B) and drawing 5 (C) are drawn in piles on the same field, the cross-section configuration of drawing 5 (C) will turn into a cross-section configuration drawn with the dashed line of drawing 6 at the cross-section configuration where the cross-section configuration of drawing 5 (B) was drawn as the solid line of drawing 6. O1 drawn as the solid line here O2 drawn with the circle and dashed line which are made into a center The circle made into a center shows the configuration of the point of a diamond tool 15, respectively. the byte center when processing a cross section with small curvature like [ when the position of the byte 15 when processing each cross section is explained ] the curved surface drawn as the solid line -- O1 it is -- the byte center when processing a cross section with large curvature like the curved surface drawn with the dashed line -- O2 It becomes.

[0030] Whenever work 9 rotates 90 degrees, size, smallness, size, smallness, and a configuration that changes are assumed. If work 9 rotates 90 degrees from the state of being 0 times, a byte center will

process work 9 so that only  $h$  may move to Z shaft orientations and it may become the cross section of big curvature at the same time only minute distance  $l$  moves to X shaft orientations, as shown in drawing 6. Next, when work 9 rotates further 90 degrees, a byte center is minute distance to X shaft orientations. - Work 9 is processed so that  $h$  movement of may be done and it may become the cross section of small curvature to Z shaft orientations at the same time only  $l$  moves. And while work 9 rotates one time, this reciprocating movement is repeated twice. Namely, while work 9 rotates one time, the slide 12 holding a byte 15 repeats reciprocating movement to Z shaft orientations twice by predetermined stroke  $h$ , and is interlocked with them synchronizing with reciprocating movement of slide 12. Since the X-axis table 4 which laid the slide 12 also repeats reciprocating movement twice by predetermined stroke  $l$ , a byte 15 is a center O1 as a result. Center O2 It will go and come back to between two times. And whenever work 9 rotates one time, minute distance  $r$  moves the X-axis table 4 a pitch every toward the center of work 9, the end face of work 9 is processed in the shape of a concentric circle, and creation of the non-axial-symmetry aspheric surface is carried out so that a byte 15 may draw a gradually small circle toward a center from the outside of work 9.

[0031] the aspheric surface grinding machine 17 of the former [ finishing machine / NC / 1 ] -- comparing -- movement -- it is mitigated sharply and the weight of a member can increase the rotational frequency of the work 9 accompanying it sharply So, the configuration error at the time of a quadrant change also became small, and a quadrant salient became, so that it could hardly be checked. Moreover, if high gain learning control and an adaptive advanced control are applied, the configuration error can be made still smaller and improvement in the process tolerance of the non-axial-symmetry aspheric surface and the rise of grinding speed can be aimed at. High gain learning control is the learning control controlled to the instructions repeated a fixed period so that the position error resulting from the flattery delay of a servo motor etc. becomes zero, and control having the high rigidity of the servo by the property improvement of a speed loop gain here, and an adaptive advanced control is control which has the function to decrease the configuration error resulting from the delay of servo system by adding a certain coefficient term to a position control loop.

[0032]

[Effect of the Invention] The processing method of the non-axial-symmetry aspheric surface by this invention can apply NC trim and forming machine used as a special-purpose machinery for lead processing from the former, can manufacture the non-axial-symmetry aspheric surface, and can manufacture now cheaply the non-axial-symmetry aspheric surfaces, such as an accumulation focal glasses lens, by cutting.

[0033] Moreover, it cannot generate but a quadrant salient which had generated like before the slide with which the processing method of the non-axial-symmetry aspheric surface by this invention attached a byte in the above-mentioned aspheric surface grinding machine lightweight since it carries out using NC finishing machine which turned and raised flattery nature and responsibility can process now the non-axial-symmetry aspheric surface with high degree of accuracy. And since a slide and an X-axis table can be moved reciprocately at high speed, the rotational speed of a main shaft can be gathered and work can be processed in a short time. Thus, according to the processing method by this invention, compared with the above-mentioned aspheric surface grinding machine, it is a short time and the highly precise non-axial-symmetry aspheric surface can be obtained now.

[Translation done.]

**\*NOTICES \***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DESCRIPTION OF DRAWINGS**

---

**[Brief Description of the Drawings]**

[Drawing 1] It is the schematic diagram showing NC finishing machine used for the processing method of the non-axial-symmetry aspheric surface by this invention.

[Drawing 2] It is the side elevation of NC finishing machine shown in drawing 1 .

[Drawing 3] It is the plan of NC finishing machine shown in drawing 1 .

[Drawing 4] It is explanatory drawing of a Rugby ball shape.

[Drawing 5] It is explanatory drawing of a glasses lens configuration.

[Drawing 6] It is explanatory drawing showing the center position of the byte when processing a glasses lens configuration, and the relation of curvature.

[Drawing 7] It is explanatory drawing explaining the curvature of a glasses lens.

[Drawing 8] It is the schematic diagram showing the conventional aspheric surface grinding machine.

[Drawing 9] It is the side elevation showing NC trim and forming machine.

[Drawing 10] It is the plan of NC trim and forming machine shown in drawing 9 .

[Drawing 11] It is a schematic diagram explaining the cutting state when giving lead processing to work by NC trim and forming machine shown in drawing 9 .

**[Description of Notations]**

1 NC Finishing Machine

3 Z-axis Table

4 X-axis Table

5 Headstock

6 Servo Motor

7 Spindle Motor

9 Work

11 Turner

12 Slide

14 Servo Motor (Driving Gear)

15 Byte

---

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-309602

(43)公開日 平成11年(1999)11月9日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

B 2 3 B 5/36

識別記号

F I

B 2 3 B 5/36

審査請求 未請求 請求項の数3 F D (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平10-132556

(22)出願日 平成10年(1998)4月28日

(71)出願人 000196705

西部電機株式会社

福岡県古賀市駅東三丁目3番1号

(72)発明者 中里 晋也

福岡県古賀市駅東三丁目3番1号 西部電  
機株式会社内

(72)発明者 大園 和美

福岡県古賀市駅東三丁目3番1号 西部電  
機株式会社内

(72)発明者 坂木 久佳

福岡県古賀市駅東三丁目3番1号 西部電  
機株式会社内

(74)代理人 弁理士 尾仲 一宗 (外1名)

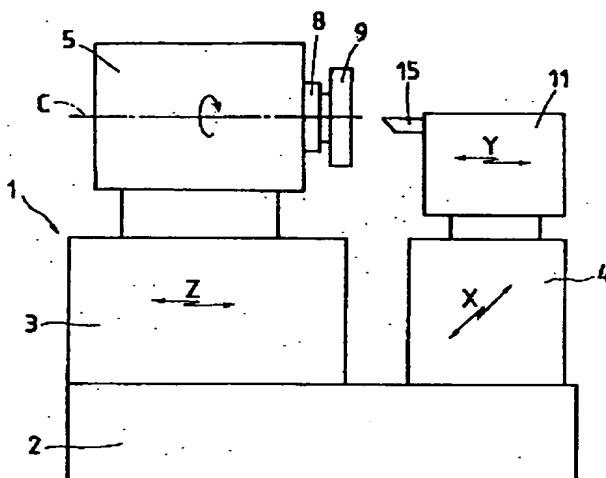
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 非軸対称非球面の加工方法

(57)【要約】

【課題】 本発明は、NC加工機を用いて、短時間に且つ高精度に非軸対称非球面を加工することのできる加工方法を提供する。

【解決手段】 加工の際には主軸台5を載置したZ軸テーブル3は移動しないように固定される。主軸台5のチャック8には工作物9が取り付けられ、工作物9はスピンドルモータによって主軸回りに回転する。一方、バイト15を保持したスライドはNC制御装置によってZ軸方向に往復運動する。また、スライドを載置したX軸テーブル4はX軸方向に往復運動する。スライド及びX軸テーブル4の往復運動は工作物9の回転に同期して行われると共に、スライド及びX軸テーブル4はお互いに同期して往復運動する。



(2)

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 主軸を回転させるモータを組み込んだ主軸台、前記主軸台を載置し且つ前記主軸の長手方向であるZ軸方向に移動可能なZ軸テーブル、前記主軸の先端に保持される工作物と対向する位置に設置され且つ前記Z軸方向に直交するX軸方向に移動可能なX軸テーブル、及び前記X軸テーブルに載置されたターナを備え、前記ターナは一端にバイトを取り付けるスライドと前記スライドを前記Z軸方向に往復運動させる駆動装置とからなるNC加工機を用いて前記工作物に加工を行なう加工方法において、前記Z軸テーブルの動きを停止し、前記工作物の回転と同期して前記スライドを前記Z軸方向に往復運動させると共に前記X軸テーブルを前記X軸方向に往復運動させつつ前記バイトで円を描く軌跡で前記工作物の端面を加工する第一工程と、前記第一工程に続いて前記工作物の回転と同期して前記X軸テーブルを前記X軸方向に微小距離だけ移動させる第二工程とから成り、前記第一工程と前記第二工程とを繰り返しながら前記工作物の端面を同心円状に加工することを特徴とする非軸対称非球面の加工方法。

【請求項2】 前記スライド及び前記X軸テーブルは前記往復運動のストロークを徐々に小さくしつつ、前記バイトを前記工作物の外側から中心に向かって移動させる請求項1に記載の非軸対称非球面の加工方法。

【請求項3】 前記駆動装置は前記X軸テーブルに取り付けられたサーボモータと前記スライドを前記Z軸方向に移動可能に支持する軸受を備えており、前記スライドは前記サーボモータの駆動軸と一体構造の回転軸に形成した雄ねじに螺合するナット部材に固定され且つ前記回転軸の回転運動に応じて往復運動することから成る請求項1又は2に記載の非軸対称非球面の加工方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、NC加工機を用いて工作物を切削加工することによってメガネレンズ等の非軸対称非球面を加工する加工方法に関する。

【0002】

【従来の技術】光学デバイスや情報機器デバイス等には、種々の種類の光学レンズが組み込まれている。光学レンズは一般に軸対称非球面をしており、ガラスの表面を成形又は加工し、仕上げとして研磨装置で研磨して製作される。軸対称非球面を製作するための研磨装置としては、従来から種々のものが開発されている。例えば、「非球面創成研磨に関する研究」（鈴木浩文他2名、精密工学会誌、1993年10月、第131～136頁）という論文に記載された、微小な回転工具を有する研磨ヘッドを備えた5軸駆動の研磨装置がある。該研磨装置は、工具として微小な球状のポリウレタン工具を用い、工具回転軸を加工面上の加工点における法線方向に対して常に一定の角度を保つように配置し、定圧制御機構を

2

付加することにより単一加工痕形状が得られるように構成したものである。上記研磨装置は、面粗度を向上するための装置であり、仕上げ加工に向くという利点があるものの、加工物の形状を創成することは不可能である。しかも、工作物の回転速度が最大数十rpmであり、研磨速度が遅いという問題がある。

【0003】これに対して、非軸対称非球面、例えば、境目のない遠近両用メガネで知られている累積焦点メガネレンズ等のような非軸対称非球面を製作するための装置や方法についても、従来から種々のものが開発されてきた。たとえば、非軸対称非球面を研磨して製作する方法として、特開平8-192348号公報に記載された研削研磨方法がある。該研削研磨方法は、位置が固定された工作物を、X軸、Y軸及びZ軸の方向の位置を制御することによって位置制御がなされる砥石を回転させて研削する第1の工程と、第1の工程を終えた前記工作物を、研磨剤としてダイヤモンドペーストを使用し、前記砥石と略同サイズとされ且つ前記位置制御と同様に位置制御されるポリッシャを回転させて研磨する第2の工程と、第2の工程を終えた前記工作物を、前記砥石と同サイズとされ且つ前記位置制御と同様に位置制御される電極と共に、微細砥粒を分散、帯電させたコロイド溶液中に浸し、該電極を回転させ、該電極周辺に形成される該微細砥粒の凝集層を前記工作物に接触させて研磨する第3の工程とからなるものである。

【0004】また、非軸対称非球面を製作する場合、一般には、たとえば、非球面研削機のような砥石スピンドルを有する小型マシニングセンターが使用されている。非球面研削機17は、図8に示すように、ガラス又はプラスチック製の工作物18を把持する主軸台19を搭載したX軸テーブル20と、砥石や切削工具（例えば、フライカッター）等の刃物21が回転可能に取り付けられる砥石スピンドル25及びコラム22を搭載したZ軸テーブル24とを有するものである。ここで、工作物18は主軸台19の主軸23（C軸）回りに回転し、X軸テーブル20は主軸23と直交する方向即ちX軸方向に移動可能であり、Z軸テーブル24は主軸23の軸方向即ちZ軸方向に移動可能であり、刃物21は砥石スピンドル25の上下方向の軸即ちY軸の回りに回転する。

【0005】非球面研削機17において、工作物18は、次のような方法で非軸対称非球面形状に加工される。刃物としての砥石21はY軸方向への移動を停止され、砥石21をY軸回りに回転させる。NC制御によりC軸の回転即ち工作物18の回転に同期させてZ軸テーブル24をZ軸方向に往復運動させながら、砥石21で工作物18の端面を研削加工する。また、工作物18の回転に同期させてX軸テーブル20をX軸方向に往復運動させながら、X軸テーブル20及びZ軸テーブル24の往復運動ストロークを徐々に小さくして、工作物18の外径側から中心に向かって加工する。



(3)

3

【0006】しかしながら、上記特開平8-19234 8号公報に記載された研削研磨方法及び上記の非球面研削機17を使用した研削方法は、いずれにしても、研磨による方法であるから、加工速度が遅く、加工に長時間を要するという問題がある。特に、非球面研削機17は、砥石スピンドル25及びコラム22を搭載したZ軸テーブル24の重量が大きいので、工作物18の回転に同期させてZ軸テーブル24をZ軸方向に往復運動させる際に、Z軸テーブル24は慣性力が大きすぎて迅速に応答することができず、追従遅れを生じる。このため、サーボゲインを大きくして対応しているが、工作物18の回転軸である主軸23の回転速度を大きくすることには限界があり、最大でも100rpmが限度であるから、加工速度を上げることができず、結果として加工時間が長くなってしまいう問題があった。

【0007】また、非球面研削機17は、Z軸テーブル24の追従遅れのために、3μm程度の象限突起が発生することがあり、工作物18を非軸対称非球面形状に加工するには加工精度が必ずしも十分とはいえなかった。ここで、象限突起とは、象限の切り換わり目において送りモータが反転するとき、摩擦、機械のガタ、ロストモーション等により工具先端が指令値どおりに追従できず、その遅れ時間により形状誤差を生ずる現象をいう。

【0008】ところで、慣性力を小さくして高速往復運動を可能にしたNC加工機として、従来、NCリード加工機がある（特開平2-180503号公報、特開平3-73202号公報参照）。該NCリード加工機は、VTR用シリンダにテープ走行時のガイドとなるリード形状等のリード加工を高速で行うために、専用機として開発されたものである。

【0009】たとえば、特開平2-180503号公報に開示されたNCリード加工機26は、図9及び図10に示すように、主軸27を回転させるスピンドルモータ28を組み込んだ主軸台29、主軸27の長手方向であるZ軸方向に移動可能なZ軸テーブル30、Z軸方向に直交するX軸方向にZ軸テーブル30上を移動可能であって且つ主軸台29を載置したX軸テーブル31、主軸27の先端に設けられたチャックであるクランプ32、クランプ32に保持される工作物33と対向する位置に設置したテーブル34、テーブル34に取り付けられた刃物台装置としてのターナ35から構成されており、ターナ35は、テーブル34に取り付けたサーボモータ36、サーボモータ36の駆動軸と一体構造の回転軸37に形成した雄ねじ（図示せず）、前記雄ねじに螺合し且つ回転軸37の回転運動に応じて往復運動可能なナット部材（図示せず）、該ナット部材に固定され且つ一端にバイト38を取り付けたスライド39、及びテーブル34に取り付けたスライドベース40にスライド39をZ軸方向に移動可能に支持する軸受（図示せず）から構成されている。

4

【0010】NCリード加工機26は、スライド39に取り付けられたバイト38が主軸台29に保持した工作物33の回転角度に対応して一定ストロークで往復運動を繰り返すようにプログラムされ、リード加工専用機として使用するよう構成したものである。リード加工を行う際には、X軸テーブル31の移動を固定し、主軸27に保持される工作物33のサーボモータ28による回転に正比例して、テーブル34に取り付けたZ軸移動用サーボモータ36を作動させている。具体的には、工作物33が一回転する毎に、Z軸移動用サーボモータ36は前進移動と後退移動を一定ストロークで一度行っており、リニア往復運動と同時に、Z軸テーブル30は、工作物33が一回転する毎に（即ち、リードが1本切削される毎に）、図11に示すように、工作物33側へ数拾μmの切込みで距離pずつ移動し、最終端に達するまでの長さ（工作物33の外周面に成形されるリード部の長手方向の量即ち長さL）まで微動移動を繰り返すことになる。NCリード加工機26は、ターナ35が軽量であるがゆえに、工作物33を1000rpmの回転速度で高速回転させながらリード加工を施すことができるものである。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】上記のとおり、非軸対称非球面を製作するためには、従来から一般に、砥石で研磨する方法が採られてきた。通常のNC加工機では、テーブルの慣性力が大きいためにテーブルが高速で追従できないという理由から、加工物の回転速度も低くなり、バイトで切削して非軸対称非球面を製作することは困難であると考えられてきた。

【0012】しかしながら、研磨による方法は加工に長時間を要するという問題があることから、非軸対称非球面を短時間で製作することが求められていた。そこで、本願発明は、非軸対称非球面を切削加工によって製作できるようにすることを課題とするものである。

【0013】

【課題を解決するための手段】この発明の目的は、上記課題を解決することであり、NCリード加工機が有する慣性力の小さい高速往復運動性能に着目し、NCリード加工機を利用してレンズ等の工作物に対して非軸対称非球面を精度よく加工するものであり、従来からリード加工のための専用機として使用されてきたNCリード加工機を応用して、累積焦点メガネレンズ等のような非軸対称非球面を精度よく短時間で高速加工することができる非軸対称非球面の加工方法を提供することである。

【0014】この発明は、主軸を回転させるモータを組み込んだ主軸台、前記主軸台を載置し且つ前記主軸の長手方向であるZ軸方向に移動可能なZ軸テーブル、前記主軸の先端に保持される工作物と対向する位置に設置され且つ前記Z軸方向に直交するX軸方向に移動可能なX軸テーブル、及び前記X軸テーブルに載置されたターナ

(4)

5

を備え、前記ターナは一端にバイトを取り付けるスライドと前記スライドを前記Z軸方向に往復運動させる駆動装置とからなるNC加工機を用いて前記工作物に加工を行なう加工方法において、前記Z軸テーブルの動きを停止し、前記工作物の回転と同期して前記スライドを前記Z軸方向に往復運動させると共に前記X軸テーブルを前記X軸方向に往復運動させながら、前記バイトで円を描く軌跡で前記工作物の端面を加工する第一工程と、前記第一工程に続いて前記工作物の回転と同期して前記X軸テーブルを前記X軸方向に微小距離だけ移動させる第二工程とからなり、前記第一工程と前記第二工程とを繰り返しながら前記工作物の端面を同心円状に加工することを特徴とする非軸対称非球面の加工方法に関する。

【0015】この非軸対称非球面の加工方法において、前記スライド及び前記X軸テーブルは前記往復運動のストロークを徐々に小さくしつつ、前記バイトを前記工作物の外側から中心に向かって移動するものである。

【0016】前記駆動装置は前記X軸テーブルに取り付けられたサーボモータと前記スライドを前記Z軸方向に移動可能に支持する軸受を備えており、前記スライドは前記サーボモータの駆動軸と一体構造の回転軸に形成した雄ねじに螺合するナット部材に固定され且つ前記回転軸の回転運動に応じて往復運動するものである。

【0017】この非軸対称非球面の加工方法は、従来、リード加工のための専用機であったNCリード加工機を応用して非軸対称非球面を創成する加工方法であり、NCリード加工機がもつZ軸方向の慣性力の小さい高速往復運動性能を保持しつつ、非軸対称非球面の加工に適合するようにNCリード加工機の構成を一部変更し、その構成変更したNC加工機によって、非軸対称非球面をバイトで高精度に且つ迅速に切削加工するものである。即ち、NCリード加工機において、主軸台を載置したX軸テーブルに代えて、主軸台よりも軽量のターナを載置したX軸テーブルを採用することにより、X軸方向の慣性力をNCリード加工機よりも小さくして、非軸対称非球面の加工に対応できるようにしたものである。

【0018】非軸対称非球面を加工するため、このNC加工機は、切削しようとする非軸対称非球面の数値データを予め記憶装置に記憶しており、その数値データに基づいてNC制御装置の働きで工作物に加工が施される。加工の際には、主軸台を載置したZ軸テーブルは移動しないように固定される。主軸台のクランプには工作物を取り付けられ、工作物はスピンドルモータによって主軸回り（C軸回り）に回転する。一方、バイトを保持したスライドはNC制御装置によってZ軸方向に往復運動する。また、スライドを載置したX軸テーブルはX軸方向に往復運動する。スライド及びX軸テーブルの往復運動は工作物の回転と同期して行われるとともに、スライド及びX軸テーブルはお互いに同期して往復運動する。

【0019】非軸対称非球面として、工作物の回転角度

6

に応じて曲率が大、小、大、小のように変化しているものを想定する。この種の非軸対称非球面を加工する場合について説明する。工作物は一回転する間に曲率がたとえば90度毎に変化する場合、バイトの中心は曲率の変化に応じてX軸方向に微小距離だけ移動すると同時にZ軸方向にも微小距離だけ移動する。即ち、バイトの中心は、X軸方向に微小距離 $\Delta l$ だけ移動すると同時にZ軸方向に微小距離 $\Delta h$ だけ移動すると曲率が大きくなり、X軸方向に微小距離 $-\Delta l$ だけ移動すると同時に、Z軸方向に微小距離 $-\Delta h$ だけ移動すると曲率が小さくなる。このようにして、工作物が一回転する間に、スライドはZ軸方向に往復運動し、かつX軸テーブルはX軸方向に往復運動する。そして、工作物が一回転する毎にX軸テーブルを中心に向かって微小距離 $\Delta r$ ずつ移動させながら加工を続けることにより、非軸対称非球面が加工される。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、この発明による非軸対称非球面の加工方法の実施例を説明する。まず、図1、図2及び図3を参照して、この発明による非軸対称非球面の加工方法を実施する際に用いられるNC加工機について説明する。図1はこの発明による非軸対称非球面の加工方法に使用されるNC加工機を示す概略図、図2は図1に示すNC加工機の側面図、及び図3は図1に示すNC加工機の平面図である。

【0021】この発明による非軸対称非球面の加工方法を達成できるNC加工機1は、主軸Cの長手方向であるZ軸方向に移動可能なZ軸テーブル3と、Z軸方向に直交するX軸方向に移動可能なX軸テーブル4とがベース2に並べて載置されたものである。Z軸テーブル3には主軸台5が載置され、Z軸テーブル3はベース2に取り付けられたサーボモータ6によって駆動され、Z軸方向に往復運動することができる。また、主軸台5には主軸Cを回転させるモータ、特に、スピンドルモータ7が組み込まれている。主軸Cの先端にはチャック8が設けられており、チャック8には工作物9が保持される。

【0022】一方、X軸テーブル4は工作物9と対向する位置に設置され、サーボモータ10によって駆動され、X軸方向に移動可能である。また、X軸テーブル4にはターナ11が載置されている。ターナ11は、Z軸方向に往復運動し得るスライド12と、スライド12を駆動する駆動装置とからなるものである。スライド12は先端部にバイトホルダ16を有しており、バイトホルダ16にはバイト15が取り付けられる。また、駆動装置はX軸テーブル4に取り付けられたスライドベース13上に載置されたサーボモータ14と、スライド12をZ軸方向に移動可能に支持する軸受（図示せず）を備えている。スライド12はサーボモータ14の駆動軸と一体構造の回転軸に形成した雄ねじ（図示せず）に螺合するナット部材（図示せず）に固定されており、回転軸の

(5)

7

回転運動に応じて往復運動することができる。

【0023】非軸対称非球面の加工の際には、主軸台5を載置したZ軸テーブル3は動かないように固定される。また、工作物9は主軸台5の主軸(C軸)の先端に設けられたチャック8によって保持され、スピンドルモータ7によってC軸回りに500rpmの回転速度で高速回転する。工作物9としては、プラスチック材や非金属が好適である。一方、スライド12の先端に取り付けられたバイト15は、スライド12の往復運動に伴ってZ軸方向に往復運動するとともに、X軸テーブル4と一

緒にX軸方向にも往復運動する。

【0024】NC加工機1は、スライド12の重量やターナ11を載置したX軸テーブル4の重量がそれぞれ、例えば、図8に示したような従来の非球面研削機17のZ軸テーブル24の重量や主軸台19を載置したX軸テーブル20の重量に比べてかなり小さいので、慣性力も小さくなり、高速往復運動が可能となる。即ち、Z軸方向についてみると、図8の非球面研削機17では、Z軸テーブル24とコラム22と砥石スピンドル25をZ軸方向に往復運動させなければならず総重量が大きいのに対して、この発明による非軸対称非球面の加工方法が適用されるNC加工機1ではスライド12を往復運動させるだけであるから重量が非常に小さくなる。また、X軸方向についてみると、非球面研削機17では主軸台19とX軸テーブル20を往復運動させるのに対して、NC加工機1ではターナ11とX軸テーブル4を往復運動させる。しかし、ターナ11の方が主軸台19に比べて約半分の重量であるから、NC加工機1の方が慣性力も小さく、高速化が可能になる。この実施例では、NC加工機1の実数回転数は500rpmであるが、X軸方向の慣性力をもっと小さくすることができれば、更に実用回転数を増加することができる。

【0025】NC制御のための数値データは、中心からの距離即ち半径 $r$ と基準線から測った角度 $\theta$ とで規定するポイントにおける工作物の厚さ $h$ で与えられる。即ち、 $(r, \theta, h)$ で数値データが記憶装置に記憶されている。例えば、工作物の半径を50mmとした場合、中心からの距離 $r$ を0.2mmピッチでとり、360度を360分割して1度ずつ角度 $\theta$ をとる。従って、この場合には、9万ポイントの数値データが記憶される。このようにデータ長が長いため、このNC加工機においては、データをパソコンからNC制御装置が直接受け取って加工するDNC運転が行われる。また、これらのポイントとポイントとの間のデータは円弧補間、直線補間等の補間法によって演算される。

【0026】切削加工は、上記数値データに基づいて主軸駆動用のサーボモータ7及びスライド12駆動用のサーボモータ14を制御することにより行われるが、刻々変化する主軸の回転角は高分解能のロータリエンコーダ(図示せず)によって連続的に検出され、スライド12

8

の往復運動によるバイト15の刻々変わる実際の移動量はサーボモータ14に設けられたパルスコーダ(図示せず)により連続的に検出され、該検出値はNC制御装置の記憶情報と比較され、比較情報に基づいてサーボモータ7及びサーボモータ14は制御される。また、X軸テーブル4の位置もパルスコーダ(図示せず)によって検出され、X軸テーブル4駆動用のサーボモータ10がNC制御される。

【0027】次に、この発明による非軸対称非球面の加工方法について説明する。まず、ラグビーボール形状を加工する例について説明する。ラグビーボール形状を半割にして正面から見た図が図4(A)である。このラグビーボール形状は、X軸断面を上から見ると、即ちY方向から見ると、図4(B)のようになり、Y軸断面を横から見ると、即ちX方向から見ると、図4(C)のようになり、X方向の曲率とY方向の曲率が異なる楕円形状である。また、中心から最外周までの高さは、外周が楕円の場合には同じ高さHである。

【0028】次に、実際のメガネレンズのような形状をした工作物9を想定すると、素材の外周は円形であり、これを同心円状に加工する。外周が円形で且つ上記のようなX方向の曲率とY方向の曲率が異なる工作物の形状を図4と同様にして表すと、図5のようになる。即ち、工作物の形状を正面から見た図が図5(A)である。この工作物の形状は、X軸断面を上から見ると、即ちY方向から見ると、図5(B)のようになり、また、Y軸断面を横から見ると、即ちX方向から見ると、図5(C)のようになり、X方向の曲率とY方向の曲率が異なる楕円形状である。また、中心から最外周までの高さは、外周が円の場合、違う高さ $H_1$ 、 $H_2$ となる。

【0029】次に上記図5(B)と図5(C)を同一面上に重ねて画くと、図5(B)の断面形状は図6の実線で画いた断面形状に、図5(C)の断面形状は図6の破線で画いた断面形状になる。ここで、実線で画いた $O_1$ を中心とする円及び破線で画いた $O_2$ を中心とする円は、それぞれダイヤモンドバイト15の先端部の形状を示している。各々の断面を加工する時のバイト15の位置について説明すると、実線で画いた曲面のような曲率の小さい断面を加工する時のバイト中心は $O_1$ であり、破線で画いた曲面のような曲率の大きい断面を加工する時のバイト中心は $O_2$ となる。

【0030】工作物9が90度回転する毎に、大、小、大、小と変化するような形状を想定する。工作物9が0度の状態から90度回転すると、バイト中心は、図6に示すように、X軸方向に微小距離 $\Delta l$ だけ移動すると同時に、Z軸方向に $\Delta h$ だけ移動して大きな曲率の断面になるように工作物9を加工する。次に工作物9が更に90度回転すると、バイト中心はX軸方向に微小距離 $-\Delta l$ だけ移動すると同時に、Z軸方向に $-\Delta h$ 移動して小さな曲率の断面になるように工作物9を加工する。そし

(6)

9

て、工作物9が1回転する間に、この往復運動を2回繰り返す。即ち、工作物9が1回転する間に、バイト15を保持したスライド12はZ軸方向に所定のストローク $\Delta h$ で往復運動を2回繰り返す、スライド12の往復運動と同期して即ち連動して、スライド12を載置したX軸テーブル4も所定のストローク $\Delta l$ で往復運動を2回繰り返すので、結果として、バイト15は中心 $O_1$ と中心 $O_2$ との間を2往復することになる。そして、工作物9が1回転する毎に、X軸テーブル4は工作物9の中心へ向かって微小距離 $\Delta r$ のピッチずつ移動し、バイト15は工作物9の外側から中心に向かって徐々に小さな円を描くように工作物9の端面は同心円状に加工され、非軸対称非球面が創成される。

【0031】NC加工機1は、従来の非球面研削機17と比較して、移動部材の重量が大幅に軽減され、それに伴う工作物9の回転数を大幅に増加することができるのである。それ故、象限切換時の形状誤差も小さくなり、象限突起はほとんど確認できないほどになった。また、ハイゲイン学習制御やアダプティブ先行制御を適用すると、その形状誤差を更に小さくすることができ、非軸対称非球面の加工精度の向上と研削スピードのアップを図ることができる。ここで、ハイゲイン学習制御とは、一定周期で繰り返される指令に対し、サーボモータの追従遅れ等に起因する位置偏差がゼロになるように制御する学習制御と、速度ループゲインの特性改善によるサーボの高剛性を併せ持つ制御であり、アダプティブ先行制御とは、位置制御ループに、ある係数項を追加することにより、サーボ系の遅れに起因する形状誤差を減少させる機能を有する制御である。

## 【0032】

【発明の効果】この発明による非軸対称非球面の加工方法は、従来からリード加工のための専用機として使用されてきたNCリード加工機を応用して非軸対称非球面を製作しようとするものであり、切削加工によって、累積焦点メガネレンズ等のような非軸対称非球面を安価に製造することができるようになる。

【0033】また、この発明による非軸対称非球面の加工方法は、バイトを取り付けたスライドを軽量化して追従性・応答性を向上させたNC加工機を使用して実施す

10

るものであるから、従来のように上記非球面研削機において発生していたような象限突起は発生せず、非軸対称非球面を高精度で加工することができるようになる。しかも、スライド及びX軸テーブルを高速で往復運動することができるため、主軸の回転速度を上げることができ、短時間で工作物を加工することができる。このように、この発明による加工方法によれば、上記非球面研削機に比べて、短時間で且つ高精度の非軸対称非球面を得ることができるようになる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】この発明による非軸対称非球面の加工方法に使用されるNC加工機を示す概略図である。

【図2】図1に示すNC加工機の側面図である。

【図3】図1に示すNC加工機の平面図である。

【図4】ラグビーボール形状の説明図である。

【図5】メガネレンズ形状の説明図である。

【図6】メガネレンズ形状を加工するときのバイトの中心位置と曲率の関係を示す説明図である。

【図7】メガネレンズの曲率について説明する説明図である。

【図8】従来の非球面研削機を示す概略図である。

【図9】NCリード加工機を示す側面図である。

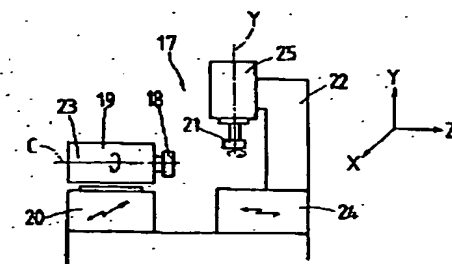
【図10】図9に示すNCリード加工機の平面図である。

【図11】図9に示すNCリード加工機で工作物に対してリード加工を施すときの切削状態を説明する概略図である。

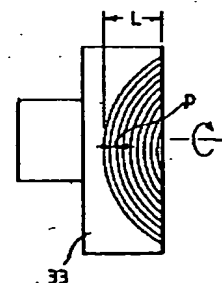
## 【符号の説明】

- 1 NC加工機
- 3 Z軸テーブル
- 4 X軸テーブル
- 5 主軸台
- 6 サーボモータ
- 7 スピンドルモータ
- 9 工作物
- 11 ターナ
- 12 スライド
- 14 サーボモータ（駆動装置）
- 15 バイト

【図8】

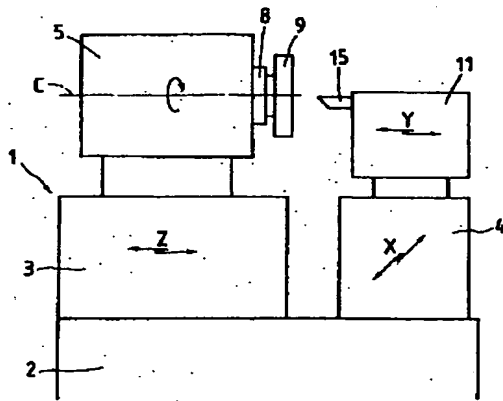


【図11】

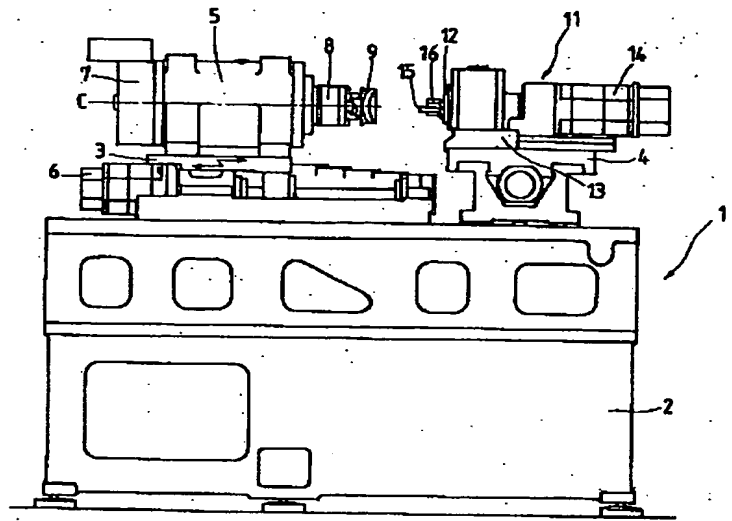


(7)

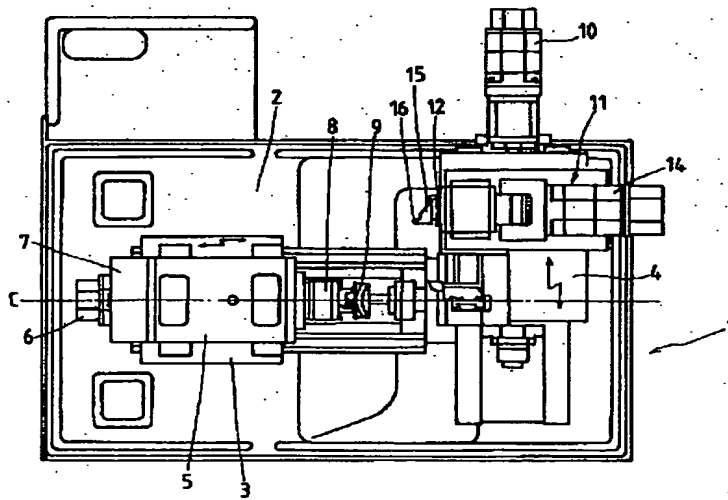
【図1】



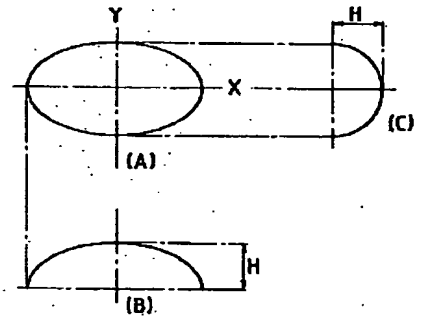
【図2】



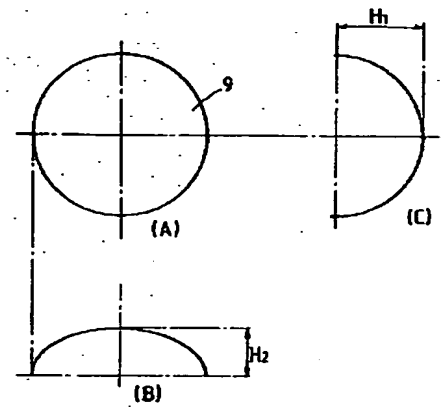
【図3】



【図4】

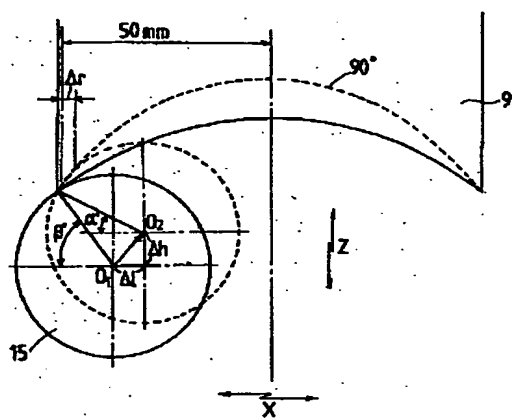


【図5】

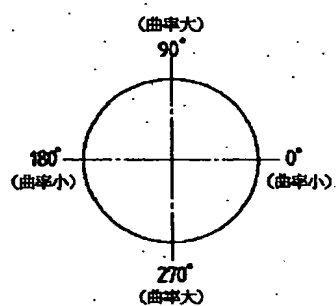


(8)

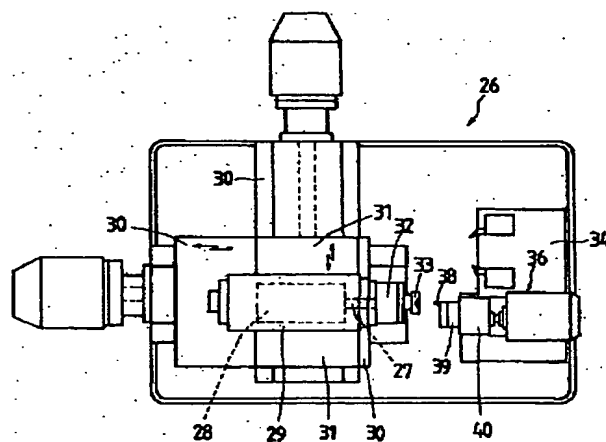
【図6】



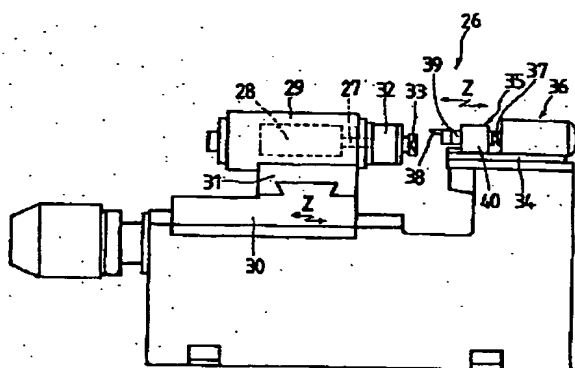
【図7】



【図10】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 田上 正喜  
福岡県古賀市駅東三丁目3番1号 西部電  
機株式会社内